

Introduction aux réseaux de neurones

Frank GUIBERT, DSM/LabIA

frank.guibert@meteo.fr

Pour contacter l'équipe:

dsm_labia@meteo.fr

Quelle sous-branche de l'IA ?

Intelligence Artificielle

Tout système d'imitation de la pensée et des actions humaines

Apprentissage Automatique

Algorithmes entraînés en utilisant des données

Apprentissage profond

Algorithmes d'apprentissage basés sur des réseaux de neurones artificiels avec plusieurs couches donc "profonds"

Arbres de décision

Forêts aléatoires

...

K-Means

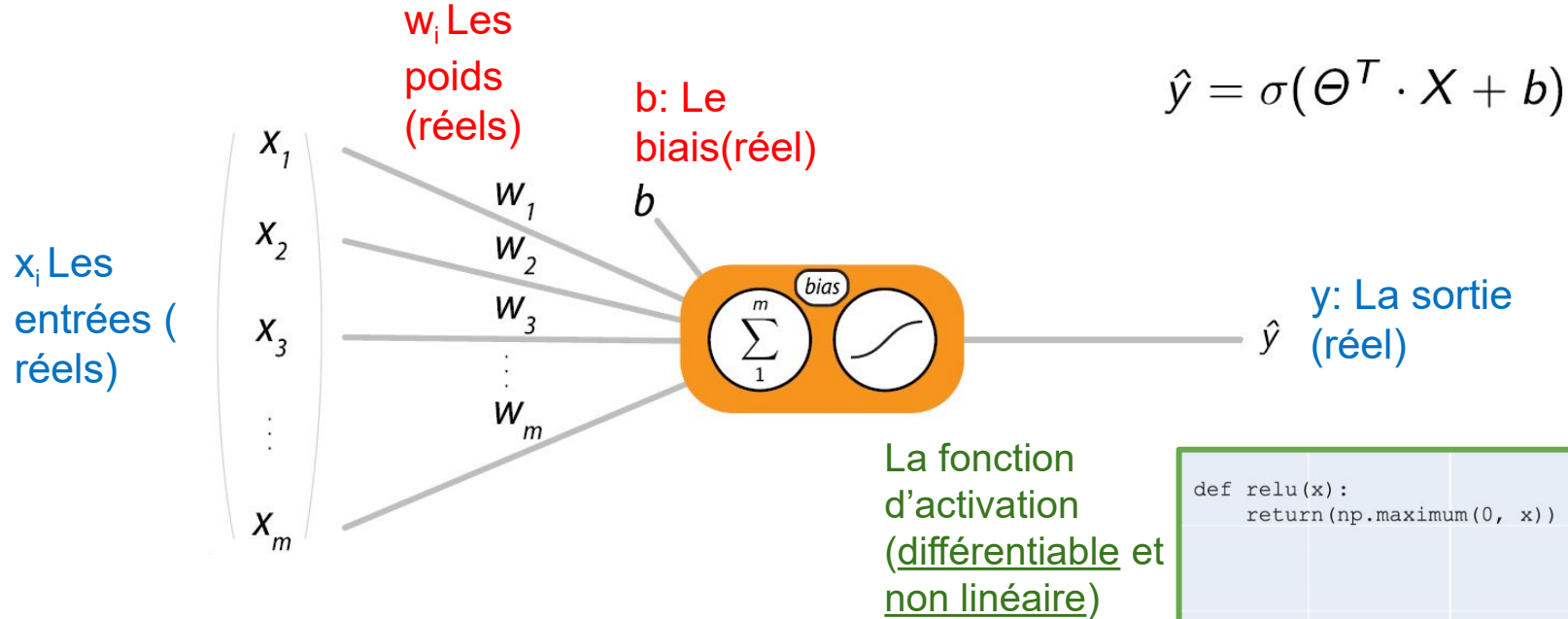
Systemes experts

IA "symbolique"

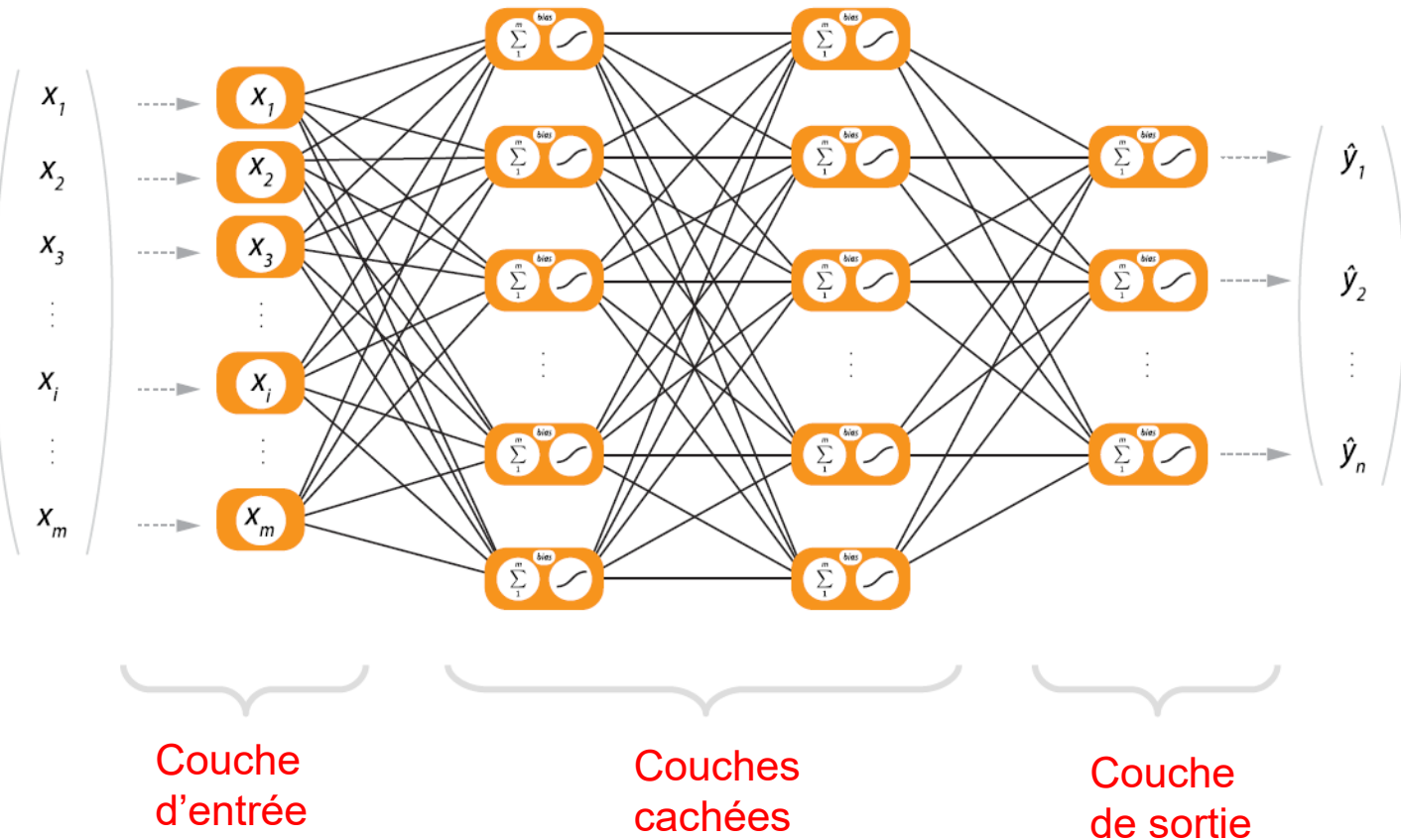
...



Le neurone artificiel



Un réseau de neurones

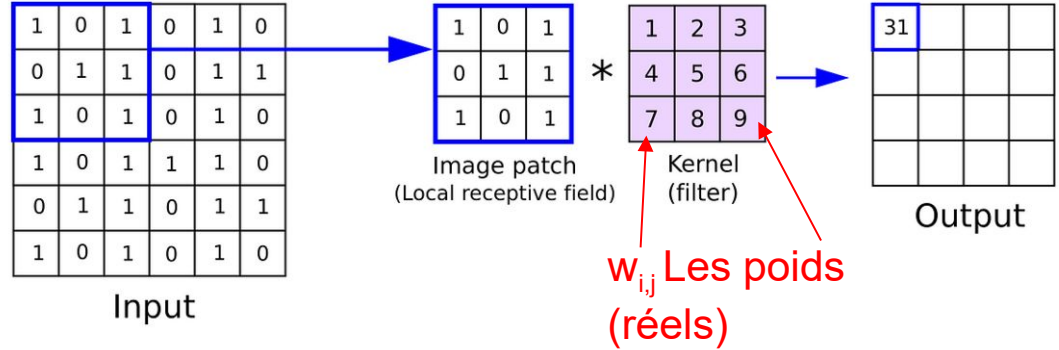
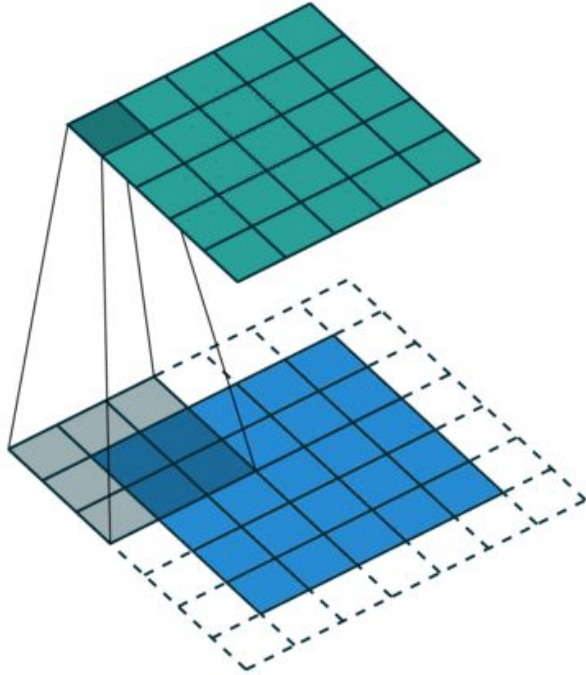




Illustration

playground.tensorflow.org

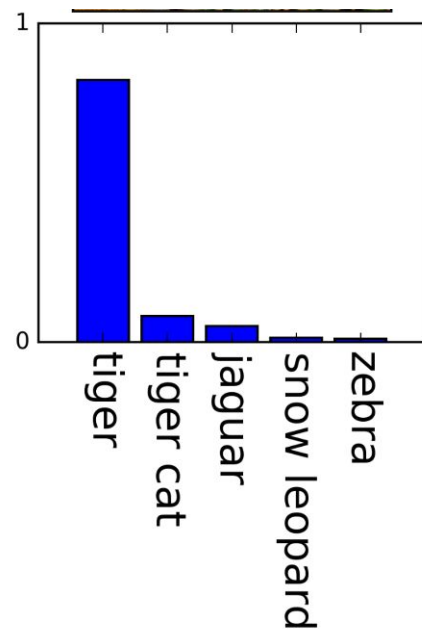
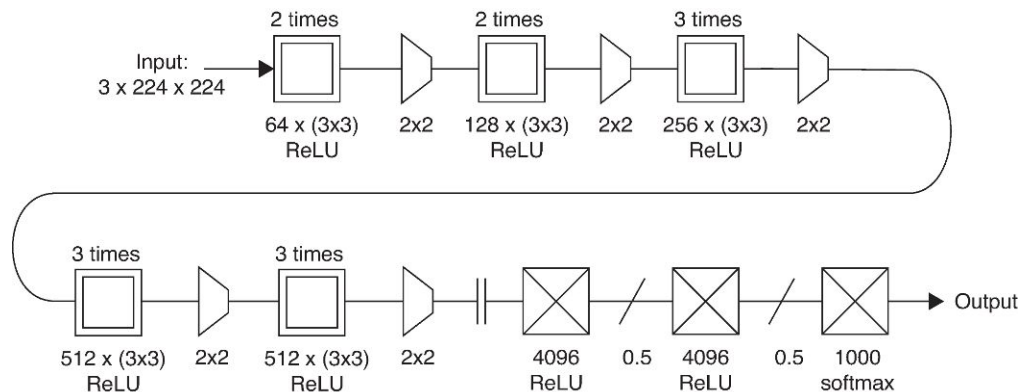
La convolution (1980, Fukushima)



- Partage des poids
- Réduction du nombre de paramètres du réseau
- Invariance spatiale
- Inspiré des noyaux en traitement d'image

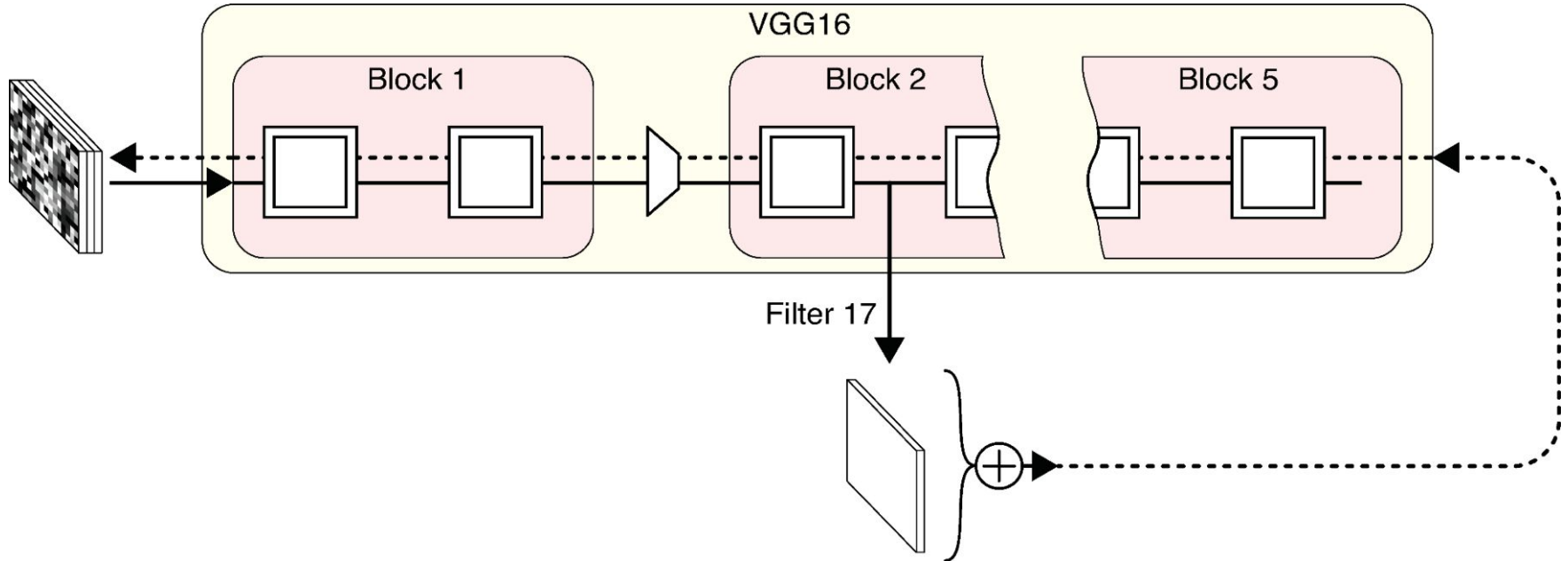
A quoi sont sensibles les filtres des convolutions ?

VGG16 est un réseau convolutionnel entraîné sur des millions d'images permettant de faire de la classification.

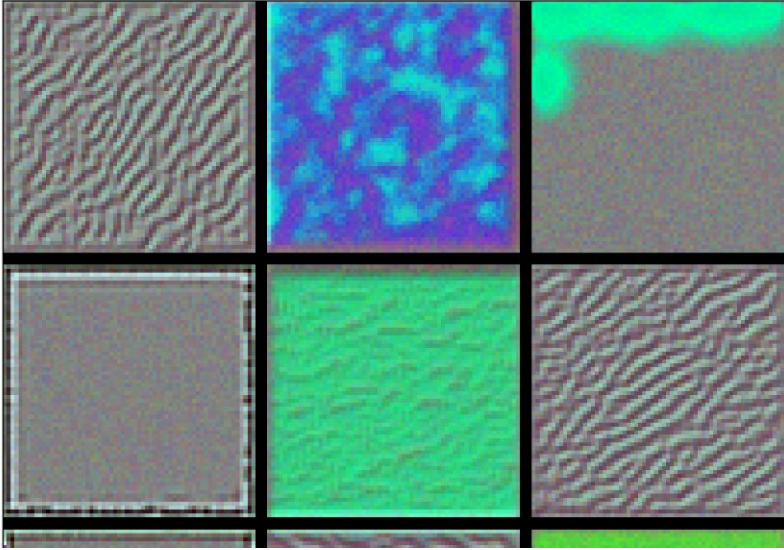


A quoi sont sensibles les filtres des convolutions ?

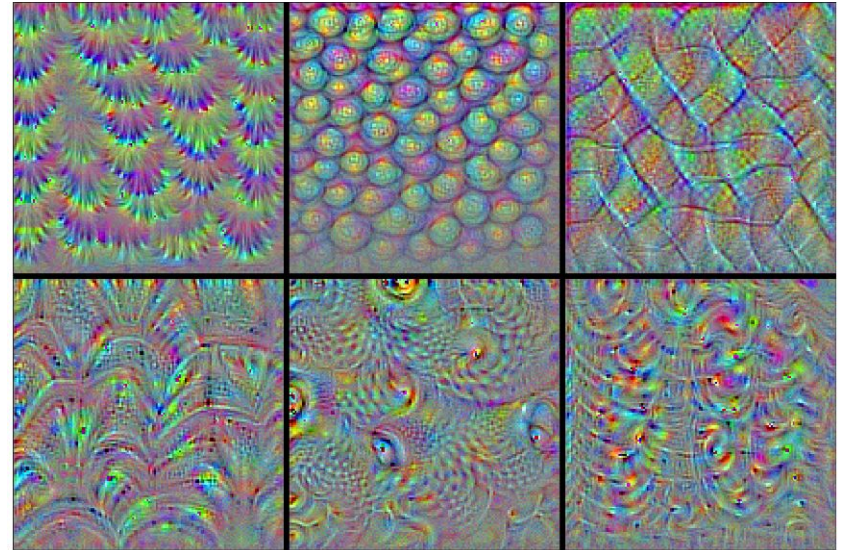
On gèle les poids du réseau et on fait une montée de gradient pour trouver l'image qui maximise la réponse d'un filtre.



A quoi sont sensibles les filtres des convolutions ?



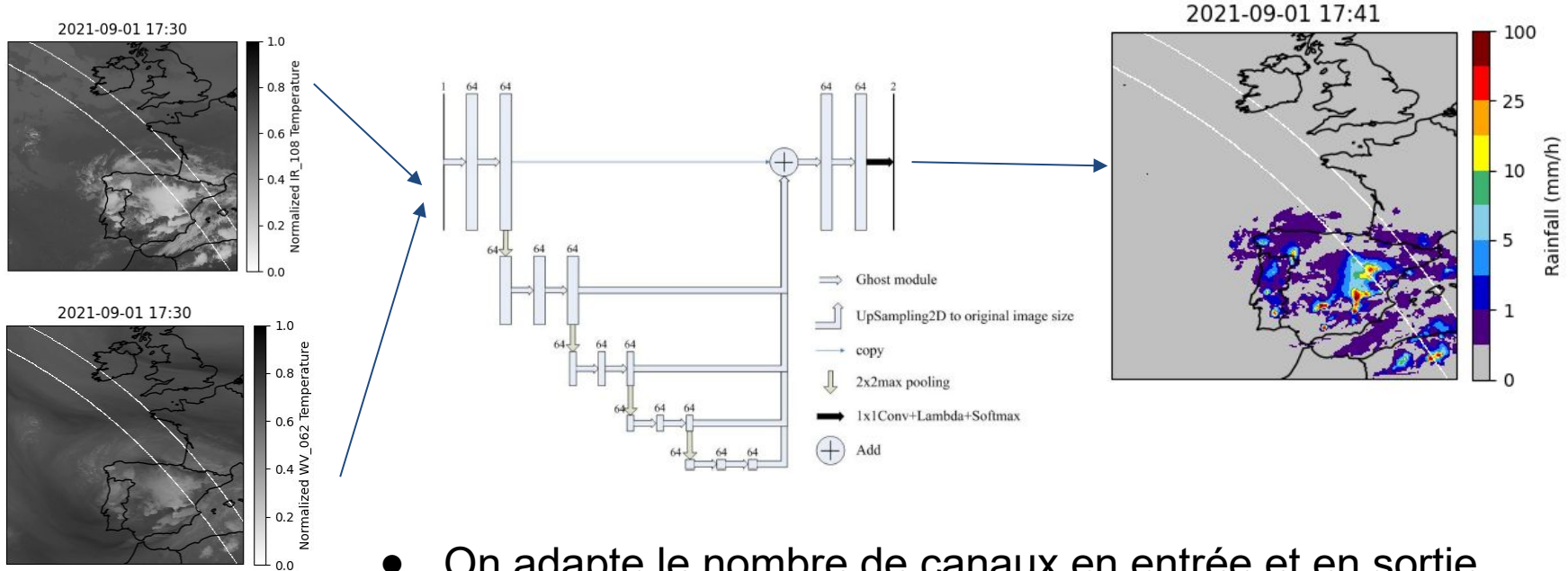
Première couche: concepts simples,
grossiers



Dernière couche : concepts plus abstraits
(textures, formes, ..)

Le niveau d'abstraction des concepts appris augmente au fur et à mesure
que l'on progresse dans les couches du réseau

Comment faire avec nos données ?

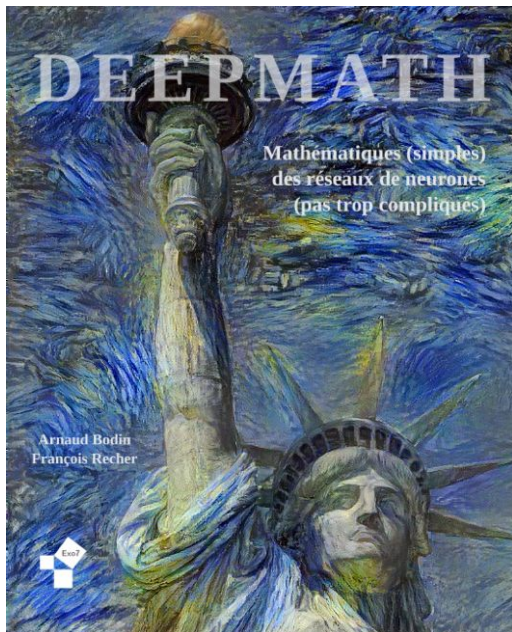


- On adapte le nombre de canaux en entrée et en sortie
- On modifie des architectures performantes de la littérature (nombre de filtres, échantillonnage, fonction coût)
- On travaille sur les données

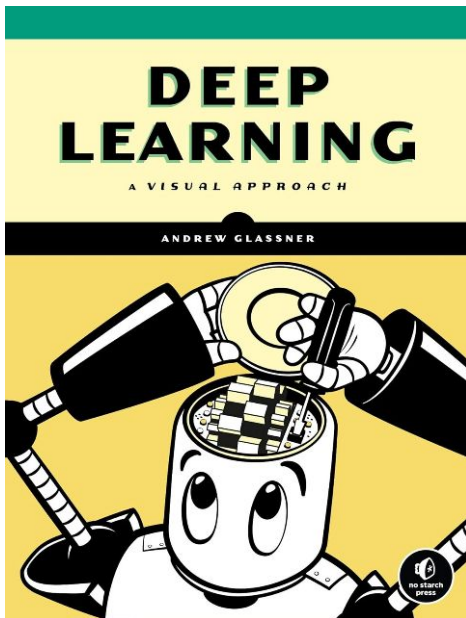
Exemples d'applications des réseaux convolutionnels à Météo-France

- Détection des échos arqués ([U-Net](#))
- Préviation immédiate de nébulosité, de précipitation et de réflectivité ([DeepLabV3+](#))
- Conversion de canaux satellites en intensité de précipitation ([Half-Unet](#))
- Nettoyage des images radars ([U-Net](#))
- Caractérisation de la neige et de la visibilité sur des images webcams ([vgg11](#), [resnet50](#))

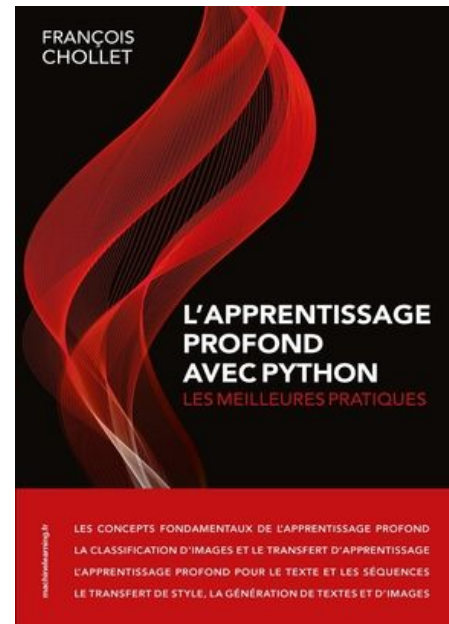
Bibliographie



Deepmath - Mathématiques (simples) des réseaux de neurones (pas trop compliqués)



Deep Learning: A Visual Approach (Andrew Glassner)



L'apprentissage profond avec PYTHON (François Chollet)

Bibliographie complémentaire



Philosophie magazine hors série N°57 - Printemps 2023

Des questions ?

Frank GUIBERT, DSM/LabIA

frank.guibert@meteo.fr

Pour contacter l'équipe:

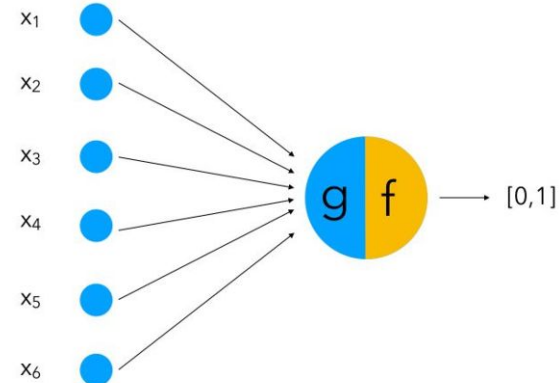
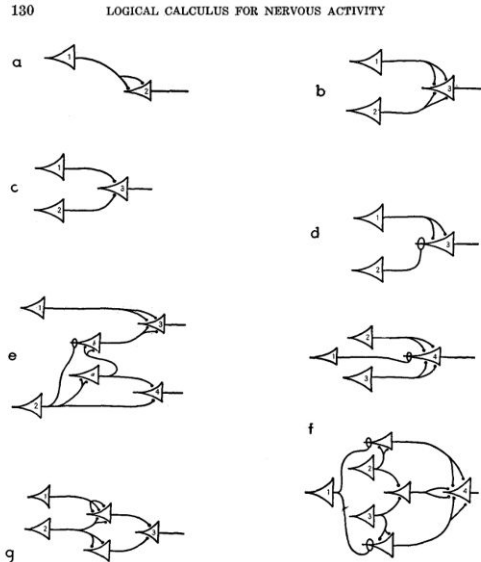
dsm_labia@meteo.fr



Annexes

1943: invention du concept de neurone formel

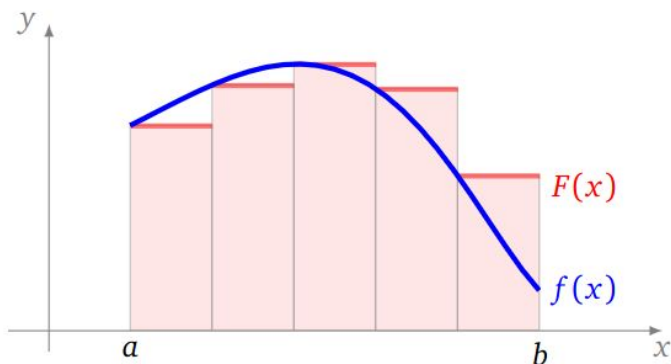
[Warren S. McCulloch](#) et [Walter Pitts](#) publient un article intitulé “*A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*”, il s’agit du premier modèle mathématique et informatique inspiré du neurone biologique.



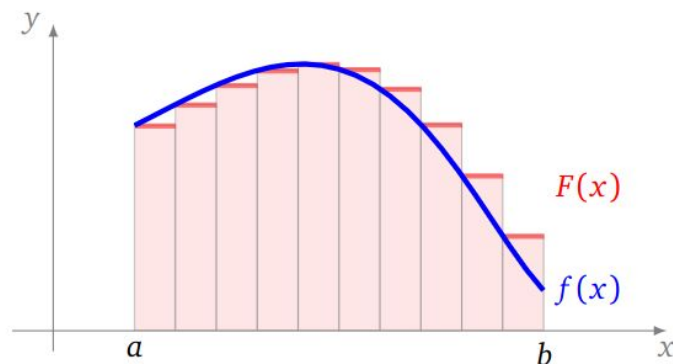
Le neurone formel active sa sortie binaire si la somme de ses entrées binaires dépasse un seuil.

Théorème d'approximation universelle (version simplifiée)

Toute fonction continue $f : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ peut être approchée d'aussi près que l'on veut par une fonction $F : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ réalisée par un réseau de neurones.



$n = 5$



$n = 10$

<https://www.college-de-france.fr/fr/agenda/cours/apprentissage-par-reseaux-de-neurones-profonds/approximation-universelle-par-un-reseau-une-couche-cachee>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9or%C3%A8me_d%27approximation_universelle

<https://github.com/exo7math/deepmath-exo7/blob/master/neurones/neurones.pdf>

Entraînement du modèle

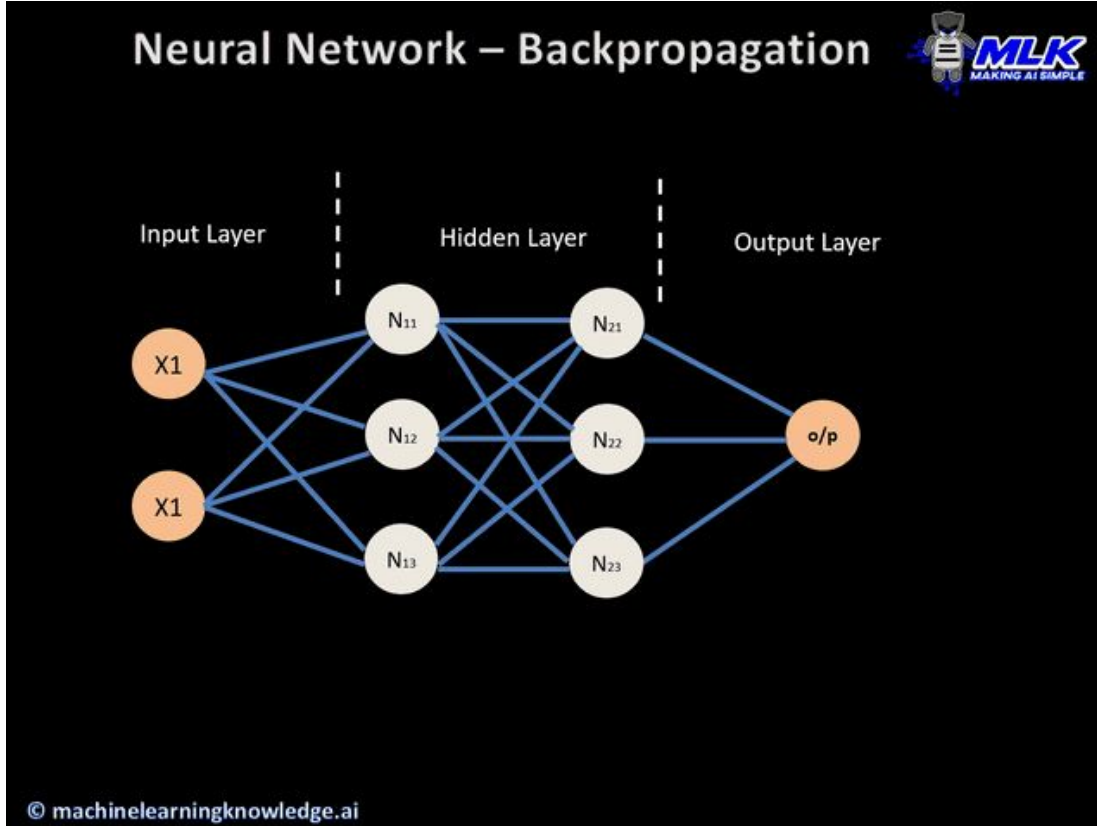
Objectif $F(x) \approx y$:

=> Le réseau de neurone $F(x)$ sera alors une bonne approximation de la fonction $y = f(x)$

=> l'entraînement consiste donc à trouver "les meilleurs poids" (en pratique plusieurs solutions existent => minimums locaux)

=> on exclut une partie des données du processus pour mesurer les performances du réseau à posteriori, c'est le "jeu de test"

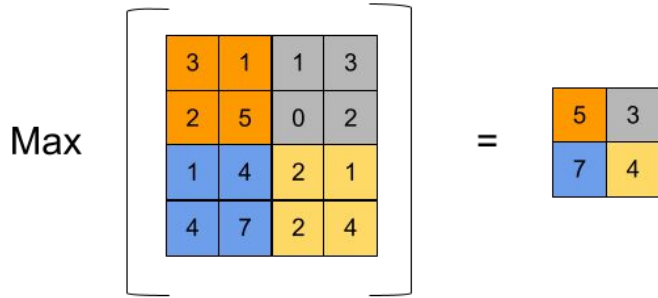
Entraînement du modèle



Optimisation des poids par:

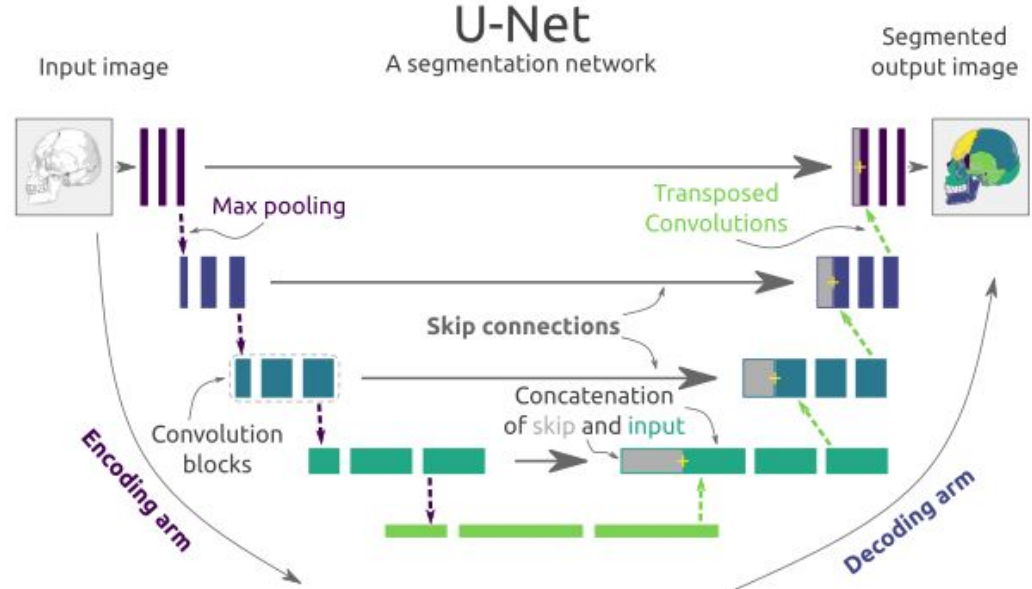
- calcul d'une fonction de coût
- rétropropagation du gradient
- descente de gradient

U-net: une architecture convolutionnelle (2015)



**Pooling (échantillonnage) =
réduction des dimensions
spatiales**

**Transposed Conv (sur-
échantillonnage) =
augmentation des dimensions
spatiales**



The "downward" arm encodes the input data in increasingly lower resolution feature maps, which grow in number (i.e. channels)

The "upward" arm decodes the data, increasing the resolution via transposed convolutions with the help of concatenated input from the skip connections

Encodeur

Zefs  Guides.com

Decodeur

Illustration des CNNs

CNN explainer

Les GAN - une histoire de faux

<https://thisxdoesnotexist.com/>